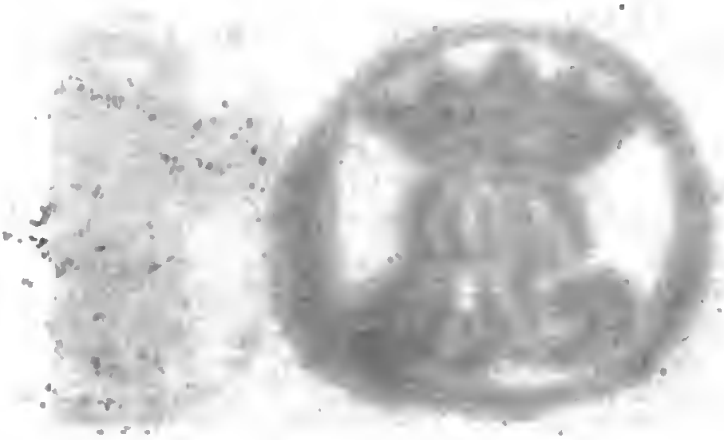
LE NEUTON
DE LA JEUNESSE,
OU
DIALOGUES INSTRUCTIFS
ENTRE UN PÈRE ET SES ENFANS.

Se trouve

Chez
- l'Éditeur, rue de la Sonnerie, N°. 1.
- Debray, Libraire, rue Saint-Honoré, Barrière des Sergens.
- Billois, Lib., Quai des Augustins.
- Mongie, Lib., Palais du Tribunat.
- Marchand, Libraire, Palais du Tribunat.
- Delaunay, Lib., Palais du Tribunat.
- Picobeau, Libraire, Place de Saint-Germain-l'Auxerrois.



LE NEUTON
DE LA JEUNESSE,

OU

Dialogues instructifs entre un père et ses enfans, sur la Physique, l'Astronomie et la Chymie;

OUVRAGE

Qui met les lois et les phénomènes de la nature à la portée des conceptions les moins formées et des personnes sans instruction.

Expliquez de bonne heure a vos enfans les faits naturels qui se passent journellement sous leurs yeux, et vous en ferez des hommes; indiquez-leur, si vous le savez, la raison pour laquelle un fruit mûr se détache de l'arbre, et vous leur donnerez la clef du système de l'univers. WISRMAN.

TRADUCTION DE L'ANGLAIS

Par T. P. BERTIN,

Ornée de cinq figures.

TOME IV.

A PARIS.

An XIII. — 1805.

AVIS
AU LECTEUR.

Ces trois nouveaux volumes n'offrent pas moins d'intérêt que les premiers, en ce qu'ils font connoître au lecteur les principes de l'hydraulique, science essentiellement utile à toutes les classes de la société. Il n'est en effet aucune partie de la physique dont les effets soient aussi surprenans, aussi difficiles à expliquer, et qui cependant aient autant de rapport avec les besoins de l'écono-

mie domestique. Navigation ; architecture nautique; établissement de pompes, fontaines, siphons, chapelets, vis d'Archimède, et beliers hydrauliques; construction de digues, ponts, chaussées, havres, jetées, ports, moulins, aqueducs, canaux, quais, grèves, puits, citernes, pertuis, vannes, écluses et pilotis; irrigations, desséchemens; statique des liqueurs et des substances dont on recherche la pesanteur; cascades, jets d'eau, ré-

créations hydropyriques; tout ce qui a enfin quelque rapport avec les effets et propriétés de l'eau est de son domaine.

On conçoit aisément qu'une dissertation sur des objets aussi importans, aussi curieux et aussi variés ne peut se faire sans le secours d'un peu de calcul; l'Auteur n'a donc pu se dispenser de recourir pour ses démonstrations à des formules arithmétiques. Mais le Newton de la Jeunesse étant destiné à des enfans de douze à quatorze ans,

on doit supposer que ceux qui ont atteint cet âge sont familiers avec la pratique des quatre règles principales; et s'il en est parmi ceux entre les mains desquels cet ouvrage sera mis, qui les ignorent, il leur inspirera le désir de les connoître.

Cette nouvelle livraison du Newton de la Jeunesse donne la description de deux instrumens dignes de piquer la curiosité : ce sont une cloche de plongeur et une presse hydraulique de l'invention du docteur

Walker, célèbre professeur de physique en Angleterre. Je ne sache pas qu'aucun ouvrage élémentaire en ait donné le dessein exact, et cette seule considération seroit un titre suffisant pour mériter à celui-ci un accueil favorable. La presse hydraulique, sur-tout, offre des avantages inappréciables à une infinité de professions qui, par son moyen, obtiendront avec très-peu d'efforts les résultats les plus satisfaisans.

Le lecteur me saura quelque

gré, je l'espère, d'ajouter à ces descriptions celle d'un instrument de mon invention. C'est un siphon interrompu, au moyen duquel on peut élever l'eau à 28 pieds sans aucun secours humain. L'Institut, auquel je l'ai présenté il y a quelques années, a prononcé, sur le rapport de MM. Charles et Bossut, qu'*il fesoit de l'effet*; mais il a ajouté qu'il ne convenoit guère qu'à un cabinet de physique. Je n'appellerai pas de ce jugement; mais j'obser-

verai cependant qu'en petit, et tel qu'il existe dans le cabinet de M. Charles, il élève une pinte d'eau par minute. Mes occupations ne m'ont pas encore permis de le faire exécuter et de l'éprouver en grand; je n'en suis pas moins persuadé qu'avec une chûte d'eau qui permettroit de donner à la jambe descendante de ce siphon plusieurs pieds de longueur, on en tireroit un grand parti. Le fait est facile à vérifier par les personnes qui ont des localités

convenables, puisque la confection de cet instrument est on ne peut pas plus simple, et que de toutes les machines hydrauliques, c'est la moins dispendieuse et la plus durable. On en pourra juger par l'explication que je vais en donner ici.

A B C (frontispice) représente un siphon ordinaire, interrompu à son sommet par l'entonnoir D. Lorsqu'on veut faire jouer ce siphon, l'on a soin de fermer les deux robi-

nets E F, et de verser de l'eau dans ses deux branches A C par l'entonnoir D, dont on ferme ensuite le robinet. Cette opération faite, on tourne le robinet E de la branche C, puis le robinet F de la branche A, et l'instrument produit l'effet du siphon ordinaire; c'est-à-dire que l'eau de la source I prend son cours par l'orifice K de la branche ascendante, et s'échappe par l'orifice L de la branche descendante.

Jusqu'à présent ce siphon n'a fait que détourner l'eau de la source, lui donner une autre direction, et porter le liquide plus bas qu'elle-même. Mais veut-on avoir de l'eau à une hauteur de 28 pieds de cette source, il ne s'agit plus que de tourner, pendant que le siphon est en jeu, le robinet M, en ne lui donnant néanmoins qu'une ouverture capillaire. Alors partie de l'eau qui s'élève par l'orifice K de la branche C, descend par

cette ouverture capillaire dans le réservoir N, tandis que le reste se perd par l'orifice L de la branche A: S'il s'agit de retirer l'eau de ce réservoir N, on ferme les robinets M et O, et on ouvre le robinet P. Celui-ci donne passage par son orifice Q au liquide, sans interrompre le jeu de l'instrument qui, pendant ce tems, reprend sa fonction de siphon ordinaire. On voit donc que par ce moyen très-simple, on peut, sans aucun secours humain, élever

l'eau au-dessus du niveau d'un courant quelconque, pourvu que ce courant ait un peu de chûte. Le tuyau de conduite RR, représenté par des lignes ponctuées, indique que si, lorsque le siphon interrompu fait la fonction de siphon ordinaire, on donne une ouverture très-capillaire aux robinets M et O, en ayant soin de tenir le robinet P du réservoir fermé, on obtiendra de lui l'effet mécanique d'une pompe; c'est-à-dire que l'orifice S

de ce tuyau de conduite aspirera l'eau de tous les lieux où il aboutira, et la portera au réservoir N, dont on la pourra retirer en fermant les robinets M et O, et en ouvrant le robinet de décharge P.

Cet instrument s'applique à différens usages. Comme siphon interrompu, il peut porter l'eau au-dessus de sa source dans toutes les localités qui ont de la pente. Comme pompe, il sert d'appareil pneumato-chimique, à l'aide duquel on peut

faire des eaux acidulées, alkalisées, etc. En effet, lorsque l'air passe par l'orifice S pour se porter dans le réservoir N, et s'échapper ensuite par l'orifice L de la jambe A, il peut encore se frayer ce passage, même quand le réservoir N seroit à moitié plein d'eau. Si donc on met dans la bouteille (*fig.* 2.) des copeaux de fer avec de l'acide sulfurique, le gaz qui s'en dégagera sera aspiré à travers l'eau de ce réservoir par le siphon fesant alors fonc-

tion de pompe, il imprégnera l'eau contenue dans le réservoir, et lui communiquera ses qualités chimiques. Ce genre de pompe, dont les effets sont proportionnés à l'excédent de la jambe descendante sur celle de la jambe ascendante, est encore très-commode pour faire passer un air parfumé ou aromatisé, tel que celui d'une orangerie, par exemple dans les appartemens; il peut aussi s'employer utilement pour des suc-

cions douces (*), et servir par conséquent à une infinité d'opérations chirurgicales dans lesquelles on emploie le piston aspirant.

(*) Il est facile d'augmenter ou de diminuer la succion, en tournant les robinets dont la jambe descendante est munie; et par le moyen desquels on l'alonge et la raccourcit à son gré.

LE NEUTON
DE LA JEUNESSE,
ou
Dialogues instructifs et amusans entre un père et sa petite famille.

DIALOGUE I.er
INTRODUCTION.

LE PÈRE.

Nous allons poursuivre notre cours de physique, et passer à cette branche de la science que l'on appelle *hydrostatique*.

EMMA.

Ce mot est très-difficile à prononcer; que signifie-t-il?

LE PÈRE.

Presque tous les termes techniques employés dans les sciences, sont d'une prononciation difficile, à raison de ce qu'ils sont dérivés de la langue grecque. L'expresion *hydrostatique* est formée de deux mots grecs, lesquels signifient *eau*, et la science qui traite de la *pesanteur des corps*: mais l'hidrostatique, comme branche de physique, traite de la nature, de la gravité, de la

pression et du mouvement des fluides en général, et de la méthode de peser les solides dans ces mêmes liquides.

CHARLES.

Cette science est-elle une partie importante des connoissances humaines?

LE PÈRE.

Elle ne le cède à aucune, et les expériences que je vais faire devant vous sont très-curieuses et très-amusantes.

EMMA.

Serons-nous en état de les répéter nous-mêmes?

LE PÈRE.

Oui sans contredit, pourvu que vous preniez les plus grandes précautions en maniant les instrumens, car ils sont presque tous de verre. Je dois vous prévenir que la plupart des auteurs divisent ce sujet en deux parties différentes, l'*hydrostatique* et l'*hydraulique*. La dernière a particulièrement rapport au cours de l'eau à travers des tubes, des tuyaux de conduite, etc.

Je n'aurai aucun égard à cette distinction dans ces dialogues, mais je décrirai, sous

le titre général d'hydrostatique, les propriétés de tous les fluides, principalement celles de l'eau ; j'en expliquerai le mouvement, soit dans des tuyaux de pompes, soit dans des syphons et autres machines de toute espèce, comme les fontaines, les jets d'eau, etc. Savez-vous ce que c'est qu'un fluide?

CHARLES.

Je sais distinguer un fluide d'un solide. L'eau et le vin sont des fluides, mais je ne puis pas dire pourquoi on les appelle ainsi.

LE PÈRE.

On entend par fluide, un corps dont les parties cèdent facilement à la moindre pression, et qui, en cédant, se meuvent aisément les unes parmi les autres.

EMMA.

Mais cette définition ne parle pas de la propriété que l'eau a d'humecter les corps qui se trouvent en contact avec elle. Si je trempe mes doigts dans de l'eau ou dans du lait, une partie du liquide y reste adhérente, et l'on dit alors qu'ils sont mouillés.

LE PÈRE.

Toute définition exacte doit indiquer les qualités des choses individuellement prises qu'elle décrit; or il est différens fluides qui n'ont pas la propriété d'humecter les doigts quand on les y plonge. L'air que nous respirons est un fluide dont les parties cèdent à la moindre pression, mais il n'adhére pas comme l'eau aux corps qui l'environnent.

EMMA.

L'air, cependant, est si différent de l'eau, que ces fluides ne peuvent presque pas admet-

tre à cet égard de comparaison entr'eux.

CHARLES.

Mais j'ai quelquefois plongé mon doigt dans une cuvette de mercure, et aucune partie de ce fluide ne s'y attachoit.

LE PÈRE.

Vous avez raison, et vous devez conclure de-là que la physique admet une distinction entre les fluides et les liquides. L'air, le mercure et les métaux en fusion, sont des fluides, et non des liquides; tandis que l'eau, le lait, la bière, le vin, l'huile, les es-

prits, etc., sont en même-tems des fluides et des liquides.

CHARLES.

Devons-nous entendre par-là que les liquides se reconnoissent à la propriété qu'ils ont d'adhérer à différentes substances qu'ils baignent ?

LE PÈRE.

Cette description ne seroit pas toujours juste, car, quoique le mercure n'adhère pas à votre doigt, si vous le plongez dans ce liquide, il adhérera à différents métaux, tels que l'étain, l'or, etc., et vous vous

rappellerez en conséquence que la distinction entre les fluides et les liquides, est plutôt introduite dans les livres pour la commodité des étudians, que pour l'exactitude et la correction du discours.

EMMA.

Vous avez dit, je crois, qu'un fluide est un corps dont les parties cèdent à la force qui leur est imprimée.

LE PÈRE.

Cette définition est celle d'un fluide parfait, et moins il faut de force pour faire mou-

voir les parties d'un fluide, et plus ce fluide est parfait.

CHARLES.

Et quels raisonnements fait-on sur les particules dont les fluides sont composés? Les a-t-on jamais vues?

LE PÈRE.

Les physiciens imaginent qu'elles sont excessivement petites, parce qu'avec les secours des meilleures lunettes, et même des microscopes, ils ne les ont jamais pu discerner, et ils soutiennent que ces particules doivent être rondes et unies, puisqu'elles se meuvent très-

facilement. Si elles sont rondes, il doit rester des espaces vides entr'elles.

EMMA.

Comment cela, mon papa?

LE PÈRE.

Supposons qu'un certain nombre de boulets de canon d'un gros calibre fussent placés dans une grande cuve, ou dans quelqu'autre vaisseau, (*pl.* 1. *fig.* 1.) de manière à la remplir jusqu'aux bords; quoique la cuve ne pût renfermer une plus grande quantité de ces gros boulets, elle pourroit contenir, dans les espaces vides, un grand nombre

de petits boulets, et des balles de fusil; et quand le vaisseau ne pourroit plus admettre de balles de fusil, on y pourroit introduire encore du plomb de chasse; celui-ci admettroit de la cendrée dans les intervalles de laquelle s'introduirait encore du sable, puis de l'eau, ou quelqu'autre fluide.

EMMA.

Je comprends cela ; mais y a-t-il d'autres preuves que l'eau est composée de pareilles particules globuleuses?

LE PÈRE.

Il y en a plusieurs. Toutes

les plantes aquatiques, c'est-à-dire celles qui vivent dans l'eau, passent pour avoir leurs pores ronds, et sont par conséquent propres à recevoir des particules d'eau de la même forme. Toutes les eaux minérales et médicinales tirent évidemment leur caractère particulier des différentes substances qui ont pénétré dans leurs pores, d'où il faut conclure que les particules d'eau sont globulaires, puisqu'elles admettent les plus grands intervalles.

C'est sur ce principe que se font les décoctions et les tein-

tures de quinquina, de rhubarbe, etc. L'on met une certaine quantité de quinquina, ou d'une autre substance de ce genre, dans de l'esprit-de-vin; les particules les plus fines et les plus déliées de ces substances pénètrent dans les pores de l'alcohol, et changent la couleur de la masse, quoiqu'elle reste aussi transparente qu'elle étoit auparavant.

CHARLES.

Est-ce que dans ces cas différents la masse du fluide ne se trouve pas augmentée?

LE PÈRE.

Elle l'est dans quelques circonstances, mais dans d'autres le volume reste précisément le même, comme le démontrera cette expérience, qui est très-facile à faire. Prenez un flacon rempli d'eau de pluie, marquez exactement la hauteur à laquelle l'eau se tient dans ce flacon; vous pourrez ensuite y introduire une petite quantité de sel, qui, quand elle sera entièrement dissoute, n'aura aucunement accru le volume de l'eau. Lorsque le sel est absorbé, on peut encore

faire dissoudre du sucre dans la même eau, sans rien ajouter à son volume.

EMMA.

Devons-nous inférer de là que les particules du sel sont plus petites que celles de l'eau, et se placent entre elles comme des grains de plomb entre des balles de fusil; et que les particules du sucre sont plus fines que celles du sel, et se rangent comme la cendrée entre des grains de plomb, en remplaçant des vides trop petits pour admettre les particules du sel?

LE PÈRE.

Il est certain que l'expérience mène à cette conclusion. Un autre effet relatif aux particules des fluides, et qui mérite votre attention, est qu'elles sont très-dures, et qu'elles ne sont presque point susceptibles de compression.

CHARLES.

Qu'entendez-vous, mon papa, par la compression?

LE PÈRE.

J'entends l'action de serrer quelque chose pour en rapprocher les parties. Presque tou-

tes les substances que nous connoissons peuvent, par le moyen de la pression, être réduites à un espace moindre que celui qu'elles occupent naturellement ; mais l'eau, l'huile, les esprits, le mercure, ne peuvent par aucune pression dont l'art ou la puissance humaine soient capables, être réduits à un espace sensiblement moindre que celui qu'ils occupent naturellement.

EMMA.

En a-t-on jamais fait l'expérience ?

LE PÈRE.

Oui, elle a été faite par les plus habiles physiciens qui aient jamais existé, et on a trouvé que l'eau se frayoit un passage à travers les pores de l'or, plutôt que de se laisser comprimer et réduire en un plus petit espace.

CHARLES.

Comment cela se fit-il ?

LE PÈRE.

A Florence, ville célèbre d'Italie, un globe d'or fut rempli d'eau, et fermé ensuite si hermétiquement qu'il ne pou-

voit s'en échapper une seule goutte; on mit ensuite le globe sous une presse; il s'aplatit un peu à ses côtés, mais cet aplatissement provint de ce que l'eau passa au travers les pores du globe d'or, et se tint à sa surface comme des gouttes de rosée.

CHARLES.

Le globe pouvoit-il contenir autant après que ses côtés furent aplatis, qu'auparavant?

LE PÈRE.

Non, et à raison de ce que l'eau se fit jour à travers les po-

res du globe, plutôt que de souffrir qu'on la réduisît en un plus petit espace, on en conclut alors que l'eau étoit incompressible. Des expériences plus récentes ont néanmoins démontré que les fluides que l'on regardoit comme incompressibles, sont, à un très-petit degré, comme peut-être d'un vingt-millième, susceptibles de compression.

EMMA.

Est-ce d'après cela que vous concluez que leurs particules sont très-dures?

LE PÈRE.

Sans contredit, car si elles n'étoient pas telles, vous concevez facilement que puisqu'il y a des vides entr'elles, ainsi que nous l'avons démontré, et qu'il est représenté dans la figure, elles devroient être forcées par une grande pression, de se rapprocher les unes des autres, et qu'elles occuperoient évidemment un plus petit espace, ce qui est diamétralement contraire à l'expérience.

DIALOGUE II.

De la pesanteur et de la pression des fluides.

LE PÈRE.

Nous avons considéré dans notre dernier entretien la nature des parties constituantes des fluides ; je dois vous dire maintenant que ces parties, ou particules, agissent relativement à leur poids ou à leur pression, d'une manière indépendante les unes des autres.

EMMA.

Voulez-vous avoir la bonté

de nous expliquer ce que vous entendez par là ?

LE PÈRE.

Vous vous rappelez que par l'attraction de cohésion (*), les parties de toutes les substances solides se tiennent ensemble et se pressent pour former une masse commune. Si je coupe une partie de cette règle de bois, le reste se tiendra positivement dans la même situation où il étoit auparavant ; mais si je retire un peu d'eau

(*) Voyez le Vol. I. de la mécanique, Dialogue III.

du milieu d'un vaisseau, le reste coulera aussi-tôt à la place d'où elle a été prise, de sorte que la masse entière sera ramenée à un niveau parfait.

CHARLES.

Est-ce que les parties de l'eau n'ont pas d'attraction les unes pour les autres?

LE PÈRE.

Si fait, mais à un très-petit degré (*). Les globules de la rosée sur les choux offrent la preuve que les particules d'eau ont une plus grande attraction

(*) Voyez le Vol. I. de la mécanique, Dialogue IV.

les unes pour les autres, qu'elles n'en ont pour la feuille sur laquelle elles se tiennent, puisqu'on les voit souvent se réunir. Cette attraction cependant est très-peu considérable, et vous pouvez facilement concevoir que si les particules en sont rondes, elles ne s'entre-toucheront que dans très-peu de parties, et seront forcées de glisser par la moindre pression. Supposez pour un instant que l'on retirât quelques petits globules du vaisseau, (*pl.* 1, *fig.* 1.) il est évident que ceux qui les environnent tomberoient à leur

place. C'est d'après ce principe que la surface d'un fluide quelconque est horizontale, ou de niveau.

CHARLES.

Est-ce d'après ce principe que les niveaux d'eau sont construits ?

LE PÈRE.

Oui. L'espèce la plus simple des niveaux d'eau est une longue auge de bois qui, étant remplie d'eau jusqu'à une certaine hauteur, démontre, par sa surface, le niveau des lieux sur lesquels il est placé.

CHARLES.

Je ne veux pas parler de cette espèce de niveaux, mais de ces petits niveaux qui sont contenus dans un tube de verre.

LE PÈRE.

Ceux-ci ne sont, à proprement parler, que des niveaux d'air, quoiqu'on les nomme niveaux d'eau. Voici comment ils sont construits. D est un tube de verre (*pl.* 1, *fig.* 2.) fixé dans L, cylindre fait ordinairement de cuivre : le tube ou la fiole de verre est remplie d'eau ou de quelqu'autre fluide

dans lequel une seule bulle d'air se trouve renfermée. Lorsque cette bulle se fixe elle-même à la marque *a*, faite exactement dans le milieu, la place sur laquelle est posé l'instrument est parfaitement de niveau ; lorsqu'elle n'est pas de niveau, la bulle se trouve du côté le plus élevé.

EMMA.

Quelle est l'utilité de ces niveaux ?

LE PÈRE.

Ils sont fixés à quantité d'instrumens d'optique, tels que les *quarts de cercle*, les *têtes-*

copes qu'on emploie pour observer les astres, et les *théodolites*, dont on se sert pour prendre le niveau d'une partie quelconque de la terre. Ils sont aussi très-utiles dans différentes circonstances de la vie; un seul exemple vous fera connoître le prix de cet instrument. Les pendules ne peuvent être justes, si elles penchent d'un côté ou de l'autre de leur support; vous pouvez donc vous assurer avec un niveau d'eau si le piédestal sur lequel la pendule du corridor est posée, se trouve parfaitement d'aplomb.

EMMA.

Je me rappelle que lorsque l'horloger apporta cette pendule à la maison, il essaya si le socle étoit de niveau, avec une des boules de marbre de Charles. Comment pouvoit-il s'en assurer par ce moyen ?

LE PÈRE.

Comme la boule est ronde, elle ne touchoit la tablette de ce support que par un seul point, par conséquent la ligne de direction (*) ne pouvoit

(*) Voyez le 2e. Vol. de la mécanique, Dialogue IX.

tomber sur ce point sans faire rouler la boule, à moins que le socle ne fût parfaitement de niveau. En posant conséquemment la boule sur deux ou plusieurs parties de la tablette, si elle ne rouloit ni d'un côté ni d'un autre, il pouvoit en conclure que cette tablette étoit de niveau.

CHARLES.

Le niveau d'eau et la boule indiquent donc l'aplomb, d'après le même principe?

LE PÈRE.

Oui, c'est-à-dire d'après la supposition que les particules

de l'eau sont rondes. Le niveau d'eau, cependant, est plus exact, parce que nous supposons que les particules dont l'eau se compose sont parfaitement sphériques, et qu'elles ne se touchent à leurs surfaces que par un point infiniment petit, comme on pourroit le démontrer géométriquement; au lieu que les boules de marbre, faites par l'industrie de l'homme, se touchent dans beaucoup de points pareils.

Nous voilà arrivés maintenant à un autre principe très-curieux de cette branche des

sciences, savoir que *les fluides pressent également dans tous les sens*. Tous les corps, fluides et solides, pressent de haut en bas par la force de la gravitation, mais les fluides de toutes les espèces exercent une pression de bas en haut et de côté, égale à leur pression de haut en bas.

EMMA.

Pouvez-vous nous donner une preuve de cela par une expérience ?

LE PÈRE.

ABC (*pl.* I, *fig.* 3.) est

un tube courbé. Versez-y avec un petit entonnoir de verre une quantité de sable par son orifice A, vous verrez que quand le fond sera une fois rempli, tout ce que vous verserez ensuite de sable restera dans le côté A B, et ne s'élèvera pas dans l'autre côté B C.

CHARLES.

La raison de ce que vous dites là est que par l'attraction de gravitation tous les corps ont une tendance vers la terre, (*) c'est-à-dire, dans ce cas,

(*) Voyez le premier Vol. de la mécanique, Dialogue V.

vers la partie inférieure du tube ; mais si le sable s'élevoit dans le côté B C, son mouvement se feroit directement dans l'inverse de ce principe.

LE PÈRE.

Vous voulez dire que la pression se feroit de bas en haut, ou du centre de la terre.

CHARLES.

Et cela seroit effectivement.

LE PÈRE.

Bon. Nous allons maintenant verser le sable hors du tube, et mettre de l'eau en place ; que dites-vous actuellement ?

EMMA.

L'eau est de niveau des deux côtés du tube.

LE PÈRE.

Cela prouve donc que, par rapport aux fluides, il s'exerce une pression de bas en haut, au point B, comme de haut en bas. Je vais faire une autre expérience. A B (*pl.* 1, *fig.* 5.) est un gros tube ou une cuve dont le fond est plat; *a b* est un tube plus petit, ouvert par les deux extrémités. A mesure que je remplis d'eau la cuve, j'ai soin de tenir le petit tube si

pressé contre le fond de la cuve, que j'empêche l'eau d'entrer dans ce tube; je le lève ensuite un peu, et vous voyez qu'aussitôt il se remplit de l'eau de la cuve.

CHARLES.

Le voilà effectivement plein, et l'eau de la cuve se trouve de niveau avec celle du petit tube.

LE PÈRE.

Ce dernier, comme vous le voyez, a été rempli par la pression de bas en haut, laquelle est contraire à la gravitation naturelle.

Retirez le tube; maintenant que l'eau est retombée dans la cuve, il s'est rempli d'air : fermez-en la partie supérieure *a* avec un bouchon, et replongez-le dans la cuve; l'eau ne s'y élèvera que jusqu'à *b*.

EMMA.

Quelle est la raison de cela, mon papa?

LE PÈRE.

L'air dont le tube étoit rempli est un corps, et à moins que l'eau ne parvienne à le forcer de sortir du tube, elle ne peut pas prendre sa place.

Tant que cet encrier reste où il est, il est impossible que vous mettiez rien dans l'espace qu'il occupe.

CHARLES.

Si l'air est une substance, et que le tube en soit rempli, comment se fait-il qu'il puisse pénétrer de l'eau dans le tube?

LE PÈRE.

Cette question est très-sensée. Quoique l'air soit une substance, et, comme nous l'avons observé, un fluide, il diffère de l'eau en ce qu'il est facile à comprimer; c'est-à-dire que

l'air, qui par la pression naturelle de l'atmosphère environnante remplit le tube, peut, par la pression additionnelle de l'eau qui s'exerce de bas en haut, être réduit à un beaucoup plus petit espace, comme *a b*. Un autre exemple démontrera la différence qui existe entre des fluides compressibles, et des fluides non compressibles.

Remplissez le tube; qui a toujours un bouchon à l'une de ses extrémités, d'une liqueur colorée, telle que de l'esprit-de-vin rougi, et couvrez l'autre

extrémité d'un morceau de carton, que vous tiendrez serré contre le tube pour empêcher que la liqueur n'échappe. Dans cet état de choses, introduisez le tube dans un vaisseau rempli d'eau, en le tenant dans une position perpendiculaire pendant tout ce tems. Retirez maintenant le carton qui bouche l'extrémité inférieure, et plongez le tube à la profondeur que vous voudrez dans la cuve. Comme l'esprit-de-vin ne ressemble pas à l'air, il ne peut pas être réduit de cette manière à un espace plus petit que celui

qu'il occupoit primitivement.

EMMA.

Pourquoi l'esprit-de-vin n'a-t-il pas descendu du tube dans l'eau ?

LE PÈRE.

Parce que l'esprit-de-vin est plus léger que l'eau ; et il est un principe généralement reconnu, c'est que les fluides les plus légers surnagent tous les autres.

Prenez un feuillet de corne ou de carton, et tandis que vous le tiendrez par les bords, votre frère posera dessus un

poids d'une livre ; qu'en résultera-t-il ?

EMMA.

Il est presque entièrement ployé.

LE PÈRE.

Introduisez-le maintenant dans un vase d'eau, à la profondeur de 14 ou 15 pouces, et faites-lui prendre une position parallèle à la surface du liquide. Dans cette position, il soutient un poids de plusieurs livres d'eau sans fléchir.

CHARLES.

En effet, il ne plie aucunement.

LE PÈRE.

C'est parce que la pression qui s'exerce de bas en haut contre la surface inférieure du feuillet de corne, est absolument égale à celle qui a lieu de haut en bas; ou, ce qui est la même chose, est égale au poids d'eau qu'elle soutient sur sa surface supérieure.

Vous pouvez varier ces expériences vous-mêmes, jusqu'à ce que nous nous réunissions encore; nous reprendrons alors le même sujet.

DIALOGUE III.

De la pesanteur et de la pression des fluides.

CHARLES.

LORSQUE vous nous expliquiez le principe de la roue et de l'axe (*), je vous demandai la raison pour laquelle, à mesure qu'un seau s'approchoit de la hauteur du puits, la difficulté de l'élever alloit en croissant. Je viens de trouver, sur

(*) Voyez le troisième Vol. de la mécanique, Dialogue XVII.

le même sujet, une autre difficulté que je ne puis expliquer. Lorsque le seau est rempli d'eau, il descend au fond du puits, ou jusqu'à la profondeur que peut atteindre la longueur de la corde; mais lorsque je le remonte dans l'eau même de ce puits, il semble n'avoir aucun poids, ou n'en avoir presque point jusqu'au moment où il est parvenu à la surface de l'eau. Comment rendre compte de cette particularité?

LE PÈRE.

Je ne suis pas surpris de ce que cette circonstance vous ait

paru singulière; les anciens ont long-tems pensé que l'eau ne gravitoit pas, ou qu'elle n'avoit pas de poids dans l'eau, ou enfin, pour me servir d'une expression généralement employée par eux, que les fluides ne gravitoient pas *in proprio loco*, dans eux-mêmes.

Personne n'a jamais douté que l'eau et les autres fluides n'eussent de la pesanteur, quand on les considéroit seuls; mais on a supposé qu'ils n'avoient pas de poids, lorsqu'ils étoient plongés dans un fluide de la même espèce qu'eux. Le

fait que votre frère vient de citer relativement au seau, étoit le grand argument d'après lequel on avançoit et maintenoit cette doctrine.

EMMA.

Est-ce que le seau ne pèse que lorsqu'il est élevé au-dessus de la surface de l'eau?

LE PÈRE.

Il vous faut avoir un peu de patience, ma petite, et puis vous saurez ce qu'il en est. Voici une bouteille de verre A (*pl.* 1, *fig.* 6.) munie du robinet B qui y est fixé avec du ci-

ment: au moyen de ce robinet, on peut exprimer l'air de cette bouteille, et empêcher ensuite qu'il n'y rentre ; le tout est d'une pesanteur suffisante pour pouvoir plonger dans le vaisseau d'eau CD. Il faut peser la bouteille dans l'air, c'est-à-dire d'après la méthode ordinaire, et en supposant qu'elle pèse douze onces, la mettre dans la situation qui est représentée par la figure, et prendre encore alors la pesanteur de la bouteille, en mettant des poids dans la balance *z*. J'ouvre alors le robinet, lorsque la bouteille

est sous l'eau ; l'eau se précipite aussitôt dans cette bouteille, et la remplit, ce qui emporte les poids de la balance. Je mets alors dans la balance d'autres poids, c'est-à-dire huit onces, pour rétablir l'équilibre entre la bouteille et la balance : il est évident alors que huit onces est le poids de l'eau dans la bouteille, tandis qu'elle est placée sous l'eau. Fermez le robinet, et pesez la bouteille à la manière accoutumée dans l'air.

CHARLES.

Elle pèse un peu plus de vingt onces.

LE PÈRE.

C'est-à-dire douze onces pour la bouteille, et huit onces pour l'eau, sans compter ce qu'il faut ajouter pour les gouttes d'eau qui adhèrent à l'extérieur de la bouteille. Cette expérience ne prouve-t-elle pas que l'eau dans la bouteille pesoit autant dans la cuve d'eau qu'elle pesoit dans l'air?

EMMA.

Je crois que cela est vrai.

LE PÈRE.

Nous avons donc le droit de conclure de là que l'eau, dans

le seau, que la bouteille peut représenter, pesoit autant sous l'eau dans le puits, qu'après qu'il a été élevé au-dessus de sa surface.

CHARLES.

Ce fait semble décisif; mais il reste toujours dans mon esprit une difficulté à expliquer, car la pesanteur du seau n'est sentie que lorsqu'il s'élève au-dessus de la surface de l'eau.

LE PÈRE.

On peut l'expliquer ainsi. Si une substance quelconque de la même gravité spécifique que

l'eau, est plongée dans un liquide, elle restera où elle se trouvera placée, soit au fond, soit au milieu, ou près de la superficie ; elle sera par conséquent mue dans toutes les directions avec l'application d'une très-petite force.

EMMA.

Qu'entendez-vous par la gravité spécifique d'un corps ?

LE PÈRE.

La gravité spécifique d'un corps est son poids comparé avec celui de tout autre corps ; c'est pourquoi on l'appelle aussi

gravité comparative. Ainsi, si un pouce cubique d'eau égale en poids un pouce cubique d'une espèce de bois particulière quelconque, les pesanteurs spécifiques ou comparatives de l'eau et du bois sont égales ; mais puisqu'un pouce cubique de bois de sapin est plus léger qu'un pouce cubique d'eau, et qu'il est plus léger aussi que le même volume de plomb ou de cuivre, nous disons que la gravité spécifique du plomb, ou du cuivre, est plus forte que celle de l'eau, et que la gravité spécifique de l'eau est plus

forte que celle du bois de sapin.

CHARLES.

L'eau du seau doit être de la même gravité spécifique que celle du puits, puisqu'elle en fait partie.

LE PÈRE.

Et le seau de bois diffère très-peu à cet égard de l'eau, parce que quoique le bois soit plus léger, cependant le fer dont l'anse et les cercles sont composés, est spécifiquement plus pesant que l'eau, de sorte que l'eau et le seau qui la con-

tient se trouvent à-peu-près de la même gravité spécifique que l'eau du puits; et c'est par cette raison qu'il se meut facilement dans cette eau. D'un autre côté, nous avons déjà prouvé que la pression des fluides qui s'exerce de bas en haut est égale à celle qui s'exerce de haut en bas. La pression qui a lieu au fond extérieur de ce vaisseau étant absolument égale à la même force dans un sens contraire, l'application d'une très-petite puissance ajoutée à la pression qui s'exerce de bas en haut, fera monter le seau.

EMMA.

Vous expliquez la facilité avec laquelle le seau s'élève dans l'eau d'après le même principe par lequel vous avez démontré que le feuillet de corne ou de carton ne pliera pas si on le place horizontalement à une profondeur quelconque dans l'eau.

LE PÈRE.

Cela est vrai, et je vais vous faire quelques autres expériences pour prouver l'effet de la pression de bas en haut.

Prenez un tube de verre ou-

vert aux deux extrêmités, dont le diamètre soit d'environ une ligne et demie ; remplissez-le d'eau dans la cuve, et fermez-en l'extrémité supérieure avec le pouce. Vous pouvez maintenant le sortir de la cuve, et il ne se videra pas tant que l'extrêmité supérieure du tube restera bouchée.

CHARLES.

Ceci n'est pas l'effet de la pression de l'eau qui s'exerce de bas en haut, puisque le tube en avait été retiré.

LE PÈRE.

Vous avez raison ; mais c'est la pression de l'air qui s'exerce de bas en haut, et qui n'étant contre-balancée par aucune pression de haut en bas, tant que le pouce est tenu à l'extrémité supérieure, tient l'eau suspendue dans le tube.

Prenez ce verre à boire, et remplissez-le d'eau ; couvrez-le ensuite d'une feuille de papier à lettre ; posez maintenant votre main à plat sur le papier de manière à le tenir serré contre les bords du verre que vous pouvez maintenant ren-

verser, et retirez votre main, il ne s'en échappera pas une goutte d'eau.

EMMA.

L'eau est-elle soutenue par la pression de l'air qui s'exerce de bas en haut?

LE PÈRE.

Sans contredit, c'est cette pression contre le papier qui soutient le poids de l'eau et l'empêche de tomber.

Vous avez vu l'instrument dont on se sert pour prendre des essais de vin ou de bière ?

EMMA.

Oui, c'est un tube d'étain ou de fer-blanc percé à ses deux extrémités que l'on plonge dans le vin ou la bière ; on applique le pouce à son extrémité supérieure, et aussitôt qu'on le lève, la pression extérieure de l'air la fait tomber dans le verre ou dans la tasse du gourmet.

CHARLES.

Est-ee pour la même raison qu'on perce d'un coup de gibelet les pièces près de la bonde?

LE PÈRE.

Oui, car au moment où un tonneau de vin ou de bière est mis en perce, il n'éprouve pas, de la part de l'atmosphère, une pression de haut en bas, et l'air qui presse par conséquent contre l'orifice du robinet ou de la canule, empêche la liqueur de s'échapper. Le trou fait au sommet du tonneau admet la pression extérieure de l'air qui force la liqueur de couler. On n'a pas besoin de donner vent aux tonneaux de bière d'une grande capacité, parce qu'il se

dégage une certaine portion d'air contenu dans la liqueur, et comme cet air est plus léger que la bière, il s'élève à sa surface et y produit une pression sans le secours de l'air extérieur.

DIALOGUE IV.

De la pression latérale des fluides.

LE PÈRE.

Il est tems maintenant d'avancer encore d'un pas dans cette science, et de vous prouver que la pression qui s'exerce latéralement, ou de côté, est égale à la pression perpendiculaire.

EMMA.

Si la pression de bas en haut est égale à la presion de haut

en bas, et que la pression latérale soit égale à chacune d'elles deux, la pression s'exerce également dans tous les sens.

LE PÈRE.

Vous avez raison ; quoique l'on puisse varier la pression latérale de différentes manières, on ne compte toujours que trois directions, celle de bas en haut, celle de haut en bas, et celle de côté. Je vais vous démontrer, par une expérience très-facile à faire, que la pression latérale est égale à la pression perpendiculaire.

A B (*pl.* 1, *fig.* 7.) est un

vaisseau rempli d'eau, ayant deux trous, ou deux orifices égaux *a b*, percés avec le même instrument, l'un de côté et l'autre au fond. Si ces trous sont débouchés au même instant, et qu'on laisse couler l'eau dans deux verres, on trouvera qu'à la fin d'un tems donné, ils auront rendu la même quantité d'eau; ce qui est une preuve indubitable que l'eau presse avec autant de force latéralement que perpendiculairement.

CHARLES.

Nous devons donc regarder

comme un principe général que les fluides pressent également dans tous les sens.

LE PÈRE.

Il me semble que l'expérience vient de le prouver; mais vous ne devez pas oublier que ce principe n'est vrai qu'autant que les hauteurs perpendiculaires sont égales; car dans la dernière expérience si le trou *b* eût été percé d'un pouce ou de deux pouces plus haut, au côté du vaisseau, comme à *c*, la quantité d'eau qui s'est échappée par *a*, eût été plus considérable que celle qui s'est

écoulée par *b*, et elle l'eût été encore plus, si le trou eût été percé à 4 ou 5 pouces au-dessus du fond du vaisseau.

Ce sujet, de la pression des fluides, peut recevoir de beaucoup plus grands dévelopemens. J'ai attaché au fond de ce tube (*z y pl.* 1. *fig.* 8.) un morceau de vessie, et j'y ai versé de l'eau jusqu'à la marque *x*. Ce morceau de vessie prend, à raison de la pression de l'eau, une forme convexe, c'est-à-dire qu'il avance en dehors. Plongez-le dans la cuve, (*fig.* 5.) la vessie reste tou-

jours convexe ; enfoncez-le tout doucement, vous voyez que maintenant la surface inférieure de l'eau dans le tube est unie comme celle de la cuve.

EMMA.

Cela est vrai, et la vessie s'est aplatie.

LE PÈRE.

Les hauteurs perpendiculaires étant égales, la pression de bas en haut est égale à celle de haut en bas, et l'eau du tube se trouve exactement balancée par l'eau qui est dans la cuve. Enfoncez le tube plus profondément dans l'eau.

CHARLES.

Maintenant la vessie se renfonce en dedans et remonte en haut.

LE PÈRE.

La pression de bas en haut qui s'exerce sur le fond du tube, s'estime par la profondeur perpendiculaire de l'eau dans la cuve, mesurée de la surface au fond du tube; mais la pression de haut en bas de l'eau contenue dans le tube, doit s'estimer par la hauteur perpendiculaire de l'eau de ce même tube, qui étant moins considérable que la première,

doit souffrir que la pression de bas en haut la surmonte et force la vessie de prendre la forme que vous lui voyez. Cette expérience, et celle qui va suivre, sont les meilleures que l'on puisse faire pour démontrer la pression des fluides de bas en haut.

Plongez l'extrémité ouverte d'un tube, qui a un orifice très-étroit, dans un vaisseau rempli de mercure, puis en couvrant son orifice supérieur avec le pouce, levez le tube hors du vaisseau; vous verrez alors une espèce de colonne de mercure

suspendue à l'extrémité inférieure de ce tube, et qui, si on la plonge dans une eau ayant quatorze fois plus de profondeur que cette colonne n'a de hauteur, remontera dans l'intérieur du tube dès que le pouce sera retiré de dessus l'orifice supérieur du tube.

EMMA.

Pourquoi vous fixez-vous à quatorze fois la profondeur?

LE PÈRE.

Parce que le mercure est quatorze fois plus pesant que l'eau; c'est-à-dire, d'après ce

principe de la pression de bas en haut, que l'on peut faire nager du plomb, ou tout autre métal, sur l'eau. A B (*pl.* 1, *fig.* 9.) est un vaisseau rempli d'eau, et *a b* est un tube de verre, ouvert de part en part; *d* est un cordon au moyen duquel une rondelle de plomb *x* peut être tenue fixée au fond extérieur du tube. Pour empêcher que l'eau ne pénètre entre le plomb et le verre, on recouvre le plomb d'un morceau de cuir mouillé.

Les choses étant dans cette situation, plongez le tube dans

le vaisseau rempli d'eau, et si vous l'enfoncez jusqu'à la profondeur d'environ onze fois, l'épaisseur du plomb avant de laisser échapper le cordon, le plomb ne se détachera pas du tube, mais il y restera attaché par la pression de bas en haut qui s'exerce au-dessous de lui.

EMMA.

Est-ce que le plomb est onze fois plus pesant que l'eau?

LE PÈRE.

Il est de onze à douze fois plus pesant que ce liquide, et par conséquent, pour que l'ex-

périence réussisse, il faut que le plomb soit plongé à une profondeur d'un peu plus de onze fois l'épaisseur du plomb.

EMMA.

N'est-ce pas à raison de ce que le cuir est mouillé que le plomb tient au tube, plutôt que parce qu'il s'exerce une pression de bas en haut ?

LE PÈRE.

S'il en est ainsi, il doit rester fixé, si je remonte le tube à un ou deux pouces plus haut; je vais essayer de le faire.

EMMA.

Le plomb est tombé.

LE PÈRE.

Parce que, lorsque le tube a été élevé, la pression de bas en haut a diminué au point de devenir trop foible pour balancer le poids du plomb ; mais si l'adhérence du plomb contre le tube avoit été causée par le cuir, il n'y a pas de raison pour que ce même effet n'eût pas lieu à une profondeur de six ou neuf fois l'épaisseur du plomb, comme à onze ou douze fois cette épaisseur.

DIALOGUE V.

Du paradoxe hydrostatique.

EMMA.

Vous devez aujourd'hui nous expliquer un paradoxe ; je croyois que la physique avoit banni toute espèce de paradoxe.

LE PÈRE.

Le docteur Johnson a donné cette définition d'un paradoxe : *Un paradoxe est une assertion contraire à toutes les apparences.* L'as-

sertion que je vais donc soumettre à votre examen est celle-ci : *On peut faire qu'une quantité d'eau quelconque, si petite qu'elle soit, balance et soutienne une quantité d'eau si considérable qu'elle puisse être.* Il paroît incroyable, au premier abord, qu'une livre d'eau, par exemple, puisse, sans aucune force mécanique, être en état de supporter dix livres, cent livres, et même jusqu'à un poids de deux mille. Ce fait contrarie toutes les idées reçues, et c'est pour cette raison que les expé-

riences qui servent à sa démonstration ont été appelées le paradoxe hydrostatique.

CHARLES.

Il paroît inexplicable ; je désire bien que les expériences qui le démontreront soient faciles à entendre.

LE PÈRE.

On en a beaucoup imaginé à l'effet de prouver ce fait, mais je n'en connois pas de meilleures que celles décrites par M. Ferguson, dans ses leçons sur des *sujets choisis*.

OBGH (*pl.* 11, *fig.* 10.)

est un vaisseau de verre, composé de deux tubes de calibres très-différents, et qui communiquent librement de l'un à l'autre. Versez de l'eau dans le plus étroit; cette eau, en passant par la jonction de ces tubes, s'élevera dans le gros exactement à la même hauteur que celle où elle se tient dans le petit; ce qui démontre que la petite colonne de DG balance la grosse de l'autre tube. La même chose arrivera si la quantité d'eau du petit tube est d'un millier ou d'un million de fois moindre que la quantité du gros.

Si le petit tube est incliné, et affecte une situation oblique quelconque, telle que G F, l'eau restera à F, c'est-à-dire au niveau où elle se tient en A. Le même effet se feroit remarquer si, au lieu de deux tubes, il y en avoit un grand nombre unis entr'eux en B, et affectant toutes sortes de directions obliques, l'eau se niveleroit dans eux tous, c'est-à-dire que la hauteur perpendiculaire de l'eau seroit la même.

CHARLES.

Cela ne me satisfait pas entièrement, parce qu'il paroît

qu'une grande partie de l'eau du gros tube est supportée par la partie G B vers le fond, et par conséquent que l'eau du petit tube ne soutient que la pression d'une colonne d'eau dont le diamètre est égal au sien.

LE PÈRE.

Cela auroit effectivement lieu, si la pression des fluides se faisoit seulement de haut en bas; mais nous avons démontré qu'elle agissoit dans tous les sens. Les pressions des parties qui se trouvent près du côté du gros tube, agissent donc contre la colonne dans le milieu,

que vous supposez être la seule partie de l'eau soutenue par celle qui est contenue dans le petit tube; par conséquent la petite quantité d'eau dans G B soutient la forte quantité dans A B.

Faisons une autre expérience.

A B et A B (*pl.* 11, *fig.* 11 et 12.) sont deux vaisseaux ayant leurs fonds D *d* et D *d* exactement égaux; mais la quantité d'eau contenue dans la capacité de l'un est vingt fois plus forte que celle de l'autre; c'est-à-dire que si la figure 11 con-

tient une pinte d'eau, la figure 12, remplie à la même hauteur, en contiendra vingt. Des fonds de cuivre sont adaptés avec beaucoup de justesse à chaque vaisseau, et des rondelles de cuir, dont ces fonds sont doublés, empêchent qu'ils ne laissent échapper l'eau. Chaque fond est joint à son vaisseau par une charnière D, de sorte qu'il s'ouvre de haut en bas comme le couvercle d'une boîte renversée. Au moyen d'un petit crochet *d*, de la poulie F et du poids E, le fond est tenu serré contre le vais-

seau, et peut retenir une certaine quantité d'eau.

EMMA.

C'est-à-dire jusqu'à ce que le poids de l'eau emporte le poids E.

LE PÈRE.

J'aimerois mieux dire jusqu'à ce que la pression de l'eau triomphe du poids E.

Maintenant tenez le vaisseau (*fig.* 12.) droit dans vos mains, pendant que j'y verse graduellement de l'eau avec un entonnoir. La pression entraîne le fond, soulève par conséquent

le poids, et il s'échappe une petite quantité d'eau. Marquons la hauteur H à laquelle la surface de l'eau se tenoit dans le vaisseau quand le fond a commencé à céder.

Essayez l'autre vaisseau (*fig.* 11.) de la même manière, et nous verrons que lorsque l'eau s'élève à A, c'est-à-dire justement à la même hauteur dans ce vaisseau que dans le premier, le fond cédera ainsi qu'il l'a fait dans l'autre cas : donc des poids égaux sont emportés, dans un cas, par vingt pintes d'eau, et dans l'autre par une

seule pinte. La même chose auroit lieu si la différence étoit plus grande ou moindre, dans une proportion donnée quelconque.

CHARLES.

Quelle est la raison de ceci, mon papa ?

LE PÈRE.

Elle dépend de deux principes que vous connoissez : le premier est que les fluides pressent également dans tous les sens, et le second est que l'action et la réaction sont toujours égales, et contraires entr'el-

les (*). Par conséquent l'eau, au-dessous de la partie fixée B *g f* (*fig.* 11.), pressera autant du bas en haut contre la surface intérieure, par l'action de la petite colonne A *g*, qu'elle le feroit par une colonne de la *même hauteur* et d'un autre diamètre quelconque; et puisque l'action et la réaction sont égales et contraires entr'elles, l'action contre la surface intérieure B *g f* causera une égale réaction de l'eau dans la cavité B *f* C C contre le fond C C;

(*) Voyez le Dialogue XI de la mécanique.

conséquemment la pression sur CC (*fig.* 11.) sera aussi considérable qu'elle l'étoit sur la même partie de la figure 12.

CHARLES.

Pouvez-vous prouver par une expérience qu'il s'exerce une pression de bas en haut contre la surface intérieure B *g f* ?

LE PÈRE.

Très-facilement. Supposons qu'il y eût à *f* un petit bouchon auquel seroit attaché un petit cordon ; je pourrois poser un tube au-dessus du bouchon, et retirer ensuite le

bouchon à travers le tube ; il en résulteroit que l'eau du vaisseau s'introduiroit dans le tube, et s'y éleveroit aussi haut qu'elle le fait dans le vaisseau. Cette expérience ne prouveroit-elle pas que cette pression auroit eu lieu contre B *g f* ?

CHARLES.

Oui, et je puis facilement concevoir que si d'autres tubes étoient placés de la même manière dans différentes parties de B *g f*, le même effet seroit produit.

LE PÈRE.

Vous devez donc admettre

que l'action contre B g f, ou, ce qui est la même chose, la réaction contre C C, c'est-à-dire la pression de l'eau contre le fond est aussi considérable qu'elle le seroit si le vaisseau étoit aussi large dans toutes ses parties qu'il l'est au fond, et que l'eau se tînt de niveau à la hauteur A A.

CHARLES.

Oui, je l'admets, parce que si les tubes étoient placés dans toutes les parties de B f, le même effet seroit produit dans eux tous comme dans celui qui est tout seul à f; mais si toute

la surface étoit couverte de petits tubes, il n'y auroit pas de différence entre les deux vaisseaux, figures 11 et 12, ou il n'y en auroit que très-peu.

LE PÈRE.

Il n'y auroit pas de différence du tout, pourvu toutefois que vous eussiez soin de maintenir plein le gros tube, de manière que l'eau se tînt dans eux tous au même niveau A A; sans cela l'introduction d'un seul tube *a f* produiroit une différence essentielle. Quoique l'eau dans A C puisse emporter en effet le poids E,

si cependant, avec ma main appuyée contre le fond C, j'empêche l'eau de couler jusqu'à ce que j'aie retiré le bouchon, et que je laisse l'eau se faire un passage du vaisseau dans le petit tube, je puis en toute sûreté rétirer ma main, car l'eau ne triomphera plus du poids maintenant, quoiqu'il y ait cependant la même quantité d'eau qu'il y en avoit auparavant que le petit tube *af* fût inséré.

EMMA.

Je crois que je vois la raison de cela. L'eau s'est tenue à la

hauteur de A *a* avant que le petit tube ne fût introduit, mais maintenant elle se tient au niveau de *x x*, et vous nous avez dit hier que les pressions n'étoient égales qu'autant que les hauteurs perpendiculaires l'étaient aussi elles-mêmes.

LE PÈRE.

Je suis charmé de vous trouver aussi attentive à ce que je vous dis. Pour que la pression donc puisse l'emporter sur le poids E, il faut encore verser de l'eau jusqu'à ce qu'elle s'élève au niveau A A ; et maintenant vous voyez que le poids

est soulevé et que l'eau s'écoule.

Je vais mettre maintenant un nouveau tube à *g*; l'eau qui se précipite dedans ce petit tube fait que le niveau descend encore à *x x*, et je dois encore ajouter de l'eau pour ramener le niveau à A A, afin qu'il triomphe du poids E. Ce que je vous ai fait voir dans ces deux cas aura lieu dans tous, en supposant que vous remplissiez entièrement le couvercle de tubes.

CHARLES.

Je vois par conséquent que c'est la différence des hauteurs

perpendiculaires qui occasionne la différence de la pression, et je puis maintenant fort bien comprendre la raison pour laquelle une pinte d'eau peut balancer ou supporter la contenance d'un tonneau, ou dans les termes par lesquels vous avez débuté ; *qu'une quantité d'eau quelconque, si petite qu'elle soit, peut balancer et supporter une autre quantité de ce liquide si considérable qu'elle puisse être.*

DIALOGUE VI.

Du soufflet hydrostatique.

LE PÈRE.

Il me semble que nous avons suffisamment démontré que la pression des fluides de la même espèce est toujours proportionnée à l'aire ou à la superficie de la base multipliée par la hauteur perpendiculaire à laquelle le fluide s'élève, sans égard pour la forme du vaisseau, ou la quantité du fluide qu'il contient.

EMMA.

Je ne puis m'empêcher de dire que c'est toujours un mystère pour moi qu'une pinte d'eau produise une pression égale à vingt pintes. Vous ne voulez pas nous faire entendre sans doute qu'une pinte d'eau pèse autant que vingt?

LE PÈRE.

Votre objection est très-judicieuse. La pression de l'eau sur le fond C C (*fig.* 11 *et* 12.) ne change en rien le poids du vaisseau et de l'eau considérée comme masse; car l'action et

la réaction qui opèrent la *pression*, se détruisent l'une l'autre, quant au *poids* du vaisseau qui est autant soutenu par l'action qui s'exerce de bas en haut, qu'il est pressé par la réaction qui se fait de haut en bas.

La pression de l'eau et des autres fluides diffère de la gravité ou du *poids* de ces liquides à cet égard, que le poids a lieu suivant la *quantité*, mais que la pression s'opère suivant la hauteur *perpendicoulaire*.

CHARLES.

Supposé que deux vaisseaux

fussent remplis d'une substance solide, l'effet produit seroit-il très-différent ?

LE PÈRE.

Si l'eau étoit changée en glace, par exemple, la pression sur le fond du plus petit vaisseau seroit beaucoup moins considérable que celle qui s'exerce sur celui qui est le plus grand, parce que, comme nous l'avons dit plus haut, la pression des solides ne s'exerçant pas latéralement, il ne peut pas y avoir d'action et de réaction dans tous les sens.

Voici un autre instrument

pour vous démontrer que quelques onces d'eau éleveront et soutiendront un poids considérable.

EMMA.

Comment ce nomme cet instrument?

LE PÈRE.

Il est fait comme un soufflet ordinaire, si ce n'est qu'il n'a pas d'ame ou de soupape, et les physiciens lui ont donné le nom de soufflet hydrostatique. Le petit tube *e o* communique avec l'intérieur du soufflet; le dessus et le dessous de ce soufflet sont maintenant tenus pres-

sés l'un contre l'autre par le poids *p*. Les surfaces intérieures des planches dont ils sont formés ne doivent pas être très-unies, pour que l'eau puisse s'introduire entr'elles. Versez cette chopine d'eau dans le tube.

CHARLES.

Elle a séparé les planches du soufflet et levé le poids.

LE PÈRE.

Vous voyez donc que 7 ou 8 onces d'eau ont élevé et continuent de soutenir un poids de cinquante livres; en diminuant le calibre du tube et en

augmentant sa longueur, la même quantité d'eau, ou même une plus petite, éleveroit un poids beaucoup plus considérable.

CHARLES.

Comment trouveriez-vous le poids qu'on peut lever avec cette petite quantité d'eau?

LE PÈRE.

J'ôte le poids. Remplissez maintenant d'eau le soufflet, dont une surface intérieure, lorsqu'il est distendu, est séparée de trois pouces de l'autre; je vais visser le tube; comme il ne s'exerce plus de pression

sur le soufflet, l'eau se tient dans le tube au niveau de celle qui est dans le soufflet, c'est-à-dire à *z*.

Mettez maintenant des poids sur la planche supérieure jusqu'à ce que vous fassiez monter l'eau exactement au sommet du tube *e*. Ces poids expriment la pesanteur d'une colonne d'eau dont la base est égale à la superficie de la planche inférieure du soufflet, et dont la hauteur est égale aussi à la distance où cette planche se trouve du sommet du tube.

EMMA.

Voulez-vous en faire l'expérience?

LE PÈRE.

Votre frère fera le premier calcul.

CHARLES.

Mais, mon papa, j'aurai besoin de votre aide.

LE PÈRE.

Ce secours vous sera presque inutile. Mesurez le diamètre du soufflet et la hauteur perpendiculaire du tube, à partir de la planche inférieure.

CHARLES.

Pour trouver la superficie, je cherche d'abord quelle est la circonférence d'un cercle qui a 12 pouces de diamètre, et je trouve qu'elle est dans le rapport de 22 à 7, et par conséquent de 37 pouces 8 lignes. 37 pouces 8 lignes multipliés par 3 qui est le quart du diamètre, donnent en nombre ronds et sauf une petite fraction que je néglige, 113, nombre de pouces quarrés de la superficie de la planche qui forme le fond du soufflet, ou 113 mutipliés par 36 pouces, longueur du tube, don-

nent 4068, nombre de pouces cubes d'un pareil cylindre. Cette quantité divisée par 1728, nombre des pouces cubiques d'un pied cube, laisse un quotient de 2 pieds 612 pouces cubes, contenu solide du cylindre : je n'ai pas encore le poids de l'eau.

LE PÈRE.

La pesanteur de l'eau pure de pluie est égale dans toutes les parties du monde connu, et un pied cubique de ce liquide pese mille onces d'Angleterre. (1120 onces de France.)

CHARLES.

Par conséquent un cylindre d'eau, tel que celui dont nous parlons, pèse 2300 onces, ou près de 144 livres. (environ 160 livres de France.)

EMMA.

Voyons maintenant si l'expérience répond au calcul de Charles.

LE PÈRE.

Mettez les poids doucement, sans quoi vous feriez jaillir l'eau par le sommet du tube, et je suis persuadé que vous reconnoîtrez que le fait s'accordera avec la théorie.

CHARLES.

Si au lieu de ce tube on en employait un du double de sa longueur, l'eau soutiendrait-elle un poids double?

LE PÈRE.

Oui, et un tube de trois ou quatre fois sa longueur soutiendroit des poids trois ou quatre fois plus forts.

CHARLES.

N'est-il de limites à cette sorte d'expérience que celles qui procèdent de la difficulté de se procurer des tubes assez longs?

LE PÈRE.

Le soufflet en crevant mettroit bientôt fin à cette expérience. On peut facilement faire crever un tonneau de cette manière. On fixe un petit tube d'étain, ou de fer-blanc, d'environ 20 pieds, au trou de la bonde, et on verse ensuite de l'eau dans le tonneau pour le remplir : lorsque ce tonneau est plein et que l'eau s'élève à un pied du sommet du tube, le vaisseau crève avec une force prodigieuse.

EMMA.

Il est très-difficile de conce-

voir de quelle manière cette pression agit avec une force aussi considérable.

LE PÈRE.

L'eau est pressée en *o* avec une force proportionnelle à la hauteur perpendiculaire *e o*; cette pression est communiquée horizontalement dans la direction *o p q*, et cette pression ainsi communiquée agit, comme vous savez, également dans tous les sens. La pression qui s'exerce de haut en bas sur le fond du soufflet est précisément la même que si *p q n r* étoit un cylindre d'eau. L'expé-

rience faite sur le soufflet pourroit, à défaut d'un pareil instrument, se faire par le moyen d'une vessie dans une boîte à couvercle mobile.

EMMA.

Cette propriété de l'hydrostatique a-t-elle été appliquée à des vues pratiques quelconques?

LE PÈRE.

La connoissance de cette propriété est de la plus grande importance dans les usages de la vie. C'est d'après ce principe qu'une presse, produisant un effet surprenant, a été cons-